

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-303905

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.Cl.

F25B 39/00  
F28F 1/40

(21)Application number : 07-114238

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 12.05.1995

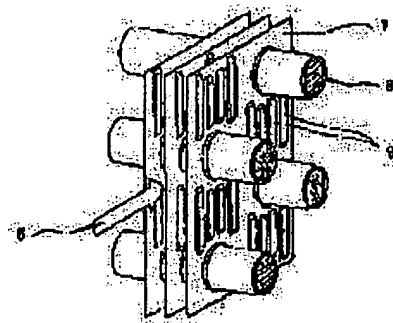
(72)Inventor : ITO MASAOKI  
UCHIDA MARI  
SHIKAZONO NAOKI  
OTANI TADAO

## (54) HEAT TRANSFER TUBE FOR MIXED MEDIUM AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To impart a high transfer capability to a mixed refrigerant by a method wherein an internal surface offset fin which protrudes in a steam stream or liquid film on the internal surface of a tube is provided so that the diffusion resistance may be reduced by making a new concentration border layer develop from the tip of the fin.

**CONSTITUTION:** A roll on which a single groove is machined is sectionally cut in the vertical direction to the axis. A spacer 4 is fitted between the divided rolls. In this case, the divided rolls are rotated at a small angle only, and adjacent grooves or fins 7 are shifted from each other. Then, the rolls are fixed and integrated, and are made a roll for offset fin processing. Thus, by the internal surface offset fin which protrudes in a steam stream or liquid film on the internal surface of a tube, a new concentration border layer is made to develop from the tip of the offset fin to reduce the diffusion resistance, and as a result, a heating tube with a high heat conductivity for a mixed refrigerant can be realized.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-303905

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
F 2 5 B	39/00		F 2 5 B	39/00	Q
F 2 8 F	1/40		F 2 8 F	1/40	D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-114238

(22) 出願日 平成7年(1995)5月12日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 伊藤 正昭

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 内田 麻理

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

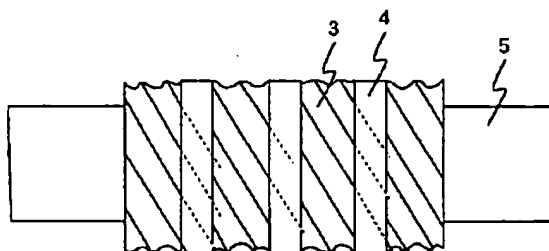
(54) 【発明の名称】 混合冷媒用伝熱管とその製造方法

(57) 【要約】

【構成】 分割型ロールを用いて、条にオフセットフィンを加工し、その条を丸めて溶接することにより製造された伝熱管。また、この伝熱管を用いたクロスフィンチューブ形熱交換器、および冷凍・空調機。

【効果】 管内面に設けたオフセットフィンにより、混合冷媒内に生じる濃度境界層を更新させ、拡散抵抗を低減させるとともに、伝熱面積を拡大させることにより、高い伝熱性能を持つ混合冷媒用伝熱管を提供することができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器および蒸発器に使用される伝熱管において、フィンの先端から新たな濃度境界層を発達させて拡散抵抗を低減させるように、管内面の蒸気流中あるいは液膜中に突き出した内面オフセットフィンを設けたことを特徴とする混合冷媒用伝熱管。

【請求項 2】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器および蒸発器に使用される伝熱管において、内面オフセットフィンと前記内面オフセットフィンの間に狭い幅の溝を設けたことを特徴とする混合冷媒用伝熱管。

【請求項 3】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器および蒸発器に使用される伝熱管において、内面オフセットフィンと前記内面オフセットフィンの間に狭い幅の溝を設け、前記溝を管軸に平行に設けたことを特徴とする混合冷媒用伝熱管。

【請求項 4】伝熱管を溶接管で製造し、溝加工用のロールを軸に垂直に分割し、各分割ロールを適当な角度だけ回転させ、前記各分割ロールの間に幅の狭いスペースを入れたロールを組み立て、一体構造としたロールを用いて、溝付き条を製作したことを特徴とする伝熱管の製造方法。

【請求項 5】請求項 1、2、3 または 4 に記載の前記伝熱管を用いた混合冷媒用熱交換器。

【請求項 6】請求項 1、2、3 または 4 に記載の前記伝熱管をクロスフィンチューブ形熱交換器に組み立てる場合、伝熱管内に液体の圧力を作用させて拡管し、フィンと密着させた混合冷媒用熱交換器。

【請求項 7】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器あるいは蒸発器に請求項 5 または 6 の熱交換器を用いた冷凍・空調機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、混合冷媒を作動流体とする冷凍機、空調機に用いられる熱交換器の伝熱管およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】HFC-22 などの単一冷媒を作動流体として用いる従来の冷凍機、空調機の熱交換器用伝熱管は、平滑管のほかに、図 3 に示すようなねじり角度が一種類の溝を持った内面らせん溝付き管が用いられていた。

【0003】また、二種類の溝が交差するクロス溝付き管は、単一冷媒を対象として、特開平 3-234302 号公報が、提案されている。

【0004】更に、一枚の板を丸めて筒状にし、その合わせ目を溶接して伝熱管を作る方法に関しては、特開平 4-203796 号公報がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のシングル溝を持

った内面らせん溝付き管は、単一冷媒に対して優れた伝熱性能を示す。しかし、HFC-22 の代替冷媒として有力視されている HFC 系の二種あるいは三種の混合冷媒に対しては、単一冷媒ほどの効果が得られない。

【0006】本発明の目的は、混合冷媒に対して、高い伝熱性能を有する伝熱管およびその製造方法、それを用いた熱交換器を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、管内面の蒸気流中あるいは液膜中に突き出した内面オフセットフィンによって、その先端から新たな濃度境界層を発達させることにより、拡散抵抗を低減させ、高い熱伝達率を有することを特徴とする混合冷媒用伝熱管が提供される。

【0008】さらに、内面オフセットフィンと内面オフセットフィンとの間に狭い幅の溝を設けた混合冷媒用伝熱管が提供される。

【0009】さらに、上述した伝熱管を溶接管で製作する際の、溝付き条を加工するのに好適な分割型ローラが提供される。

【0010】さらに、上述した伝熱管を用いたクロスフィンチューブ形の混合冷媒用熱交換器が提供される。

【0011】さらに、本発明の混合冷媒用伝熱管をクロスフィンチューブ形熱交換器に組み立てる場合の拡管方式が提供される。

【0012】さらに、本発明の熱交換器を、蒸発器あるいは凝縮器として用いた混合冷媒用冷凍・空調機が提供される。

## 【0013】

【作用】本発明によれば、管内面の蒸気流中あるいは液膜中に突き出した内面オフセットフィンによって、その先端から新たな濃度境界層を発達させることにより、拡散抵抗を低減させ、その結果、混合冷媒に対して高い熱伝達率を有する伝熱管を実現することができる。

【0014】更に、本発明によれば、内面オフセットフィンと内面オフセットフィンとの間に狭い幅の溝を設けたことにより、管内を流れる混合冷媒の流動抵抗を減少させ、圧力損失を小さくするとともに、管内伝熱面積を増加させることにより、混合冷媒に対して高い熱伝達率を有する伝熱管を実現することができる。

【0015】更に、本発明によれば、分割型ローラを用いてオフセットフィンを加工した条を作ることができ、この条を丸めて溶接することにより内面オフセットフィン伝熱管を製造することができる。

【0016】更に、本発明によれば、上述した伝熱管を用いることにより、高い冷媒側熱伝達率を有する混合冷媒用熱交換器を実現することができる。

【0017】また、この熱交換器を用いることにより、効率の高い、コンパクトな混合冷媒用冷凍・空調機を実現することができる。

【0018】

【実施例】図2はクロスフィンチューブ形熱交換器の部分斜視図である。多数の平行に並んだフィン7を貫通して、伝熱管8が挿入されている。フィン7の表面にはルーバと呼ばれる多数の切り起こしが設けられている。

【0019】図3は図2のクロスフィンチューブ形熱交換器に用いられている通常の内面らせん溝付き管である。管内径は6~10mm、溝深さは0.1~0.3mm、溝ピッチは0.1~0.3mm、らせん溝角度は0~25度、溝形状は台形、フィン先端角度は30~40度のものが一般的である。この溝付き管内を混合冷媒（例えば、HFC-32、HFC-134aの二種混合冷媒など）が流れて、凝縮あるいは蒸発する。

【0020】図4はクロス溝付き管を溶接管で作る場合の、条に溝加工する工程を示す図である。コイルから引き出された条は溝付きロール1と平滑ロール2の間に挟まれてシングル溝が加工され、次の溝付きロールと平滑ロールの間で副溝が加工され、クロス溝が形成される。

【0021】図5に溝付きロール1の詳細を示す。ロール表面には一方向の溝3がカッターによって設けられて

いる。5は軸受部である。

【0022】図6は図5のロールによって加工された溝付き条を示す。この溝付き条の内面を混合冷媒が流れる場合には比較的凝縮しやすい冷媒と、比較的凝縮しにくい冷媒が存在するので、比較的凝縮しやすい冷媒が、先に凝縮して液体になり、比較的凝縮しにくい冷媒はガスのまま残って、濃度境界層を形成する。図6に示すように、内面らせん溝付き管内の濃度境界層11はらせん溝10に沿って形成される。シングル溝の場合、フィンが連続して形成されるので、濃度境界層は厚くなり、そのため比較的凝縮しやすい冷媒が管壁に拡散するのを妨げる働きをする。その結果、内面らせん溝付き管内における混合冷媒の凝縮熱伝達率が低下すると考えられる。

【0023】混合冷媒の凝縮熱伝達率を改善するためには濃度境界層を分断する必要がある。その一方法として、管内面にオフセットフィン設けることが考えられる。管内面にオフセットフィン設けるためのロールについて説明する。

【0024】先ず、図7に示すように、シングル溝を加

工したロールを軸に垂直方向に（輪切りに）切断する。切断は溝加工の前でも後でも良い。分割したロールの間にスペーサ4を図8のように、嵌め込む。この時、分割ロールを少しの角度だけ回転させて、隣り合う溝あるいはフィンがお互いに食い違う位置にくるようにする。このロールを固定し一体化して、オフセットフィン加工用のロールとする。

【0025】図9には図8のロールで加工される条の形状を示す。混合冷媒の濃度境界層11は各オフセットフィン12から更新されるために、平均して薄くなり、その結果濃度の拡散抵抗は低減され、高い凝縮熱伝達率を得ることができる。

【0026】図10、図11は別の実施例で、分割ロールの溝方向を、左右対称とすることにより、条の変形を防止したものである。

【0027】ここで、スペーサ4の役割について触れておく。スペーサ4の役割の一つは図9の副溝13をつけることにより、オフセットフィン同士の重なりによる流路抵抗の増大を防ぐことである。二つ目の役割はスペーサによって、各分割ロールの端面の欠けるのを防ぐことである。このように、スペーサは重要な役割を果たしているが、その幅はできるかぎり小さくすべきである。というのは副溝13の幅が大きくなると、管内伝熱面積が減少し、その結果熱伝達率の低下を招くからである。

【0028】このようにオフセットフィンを伝熱管内面に配置したので、各オフセットフィンの先端から濃度境界層が新しくされ、従って、濃度の拡散抵抗は低減され、高い物質伝達率が得られる。これらの結果、本発明の伝熱管は混合冷媒の凝縮に対して高い性能を示す。

【0029】以上、主に凝縮を例にとって述べてきたが、本発明は蒸発の場合にも同様の効果を発揮する。すなわち、本発明によれば、混合冷媒の液に生じる濃度境界層がオフセットフィンによって分断され、しかも、このオフセットフィンによって濃度境界層が更新されるので、蒸発の場合にも高い熱伝達率を得ることができる。

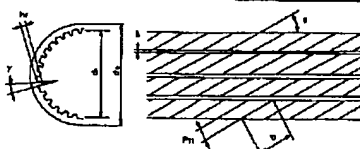
【0030】表1は本発明を取り入れた内面オフセットフィン伝熱管の寸法仕様の一例である。

【0031】

【表1】

表 1

	記号	単位	
伝熱管外径	$d_o$	mm	7.0
伝熱管平均内径	$d_i$	mm	6.4
フィン高さ	$h_f$	mm	0.25
溝ピッチ (1次溝)	$P_{f1}$	mm	0.40
フィン頂角	$\gamma$	度	30
らせん角度 (1次溝)	$\theta_1$	度	20
2次溝の幅	$\delta$	mm	0.20
2次溝の角度			管軸に平行
フィン条数	$N$	本	約50
2次溝のピッチ	$b$	mm	2.0



【0032】一次溝のピッチを0.4mmとし、二次溝(副溝)の幅 $\delta$ は0.2mmとした。

【0033】次に、この伝熱管を混合冷媒用熱交換器に用いた場合の実施例について説明する。図2はクロスフィンチューブ形熱交換器と呼ばれるもので、多数の平行に置かれたフィン7に伝熱管8が挿入されている。フィンの表面には空気側熱伝達率を向上させるために、ルーバ9が設けられることが多い。空気は6の方向から流入し、フィン間を流れる。本発明の伝熱管はこのようなクロスフィンチューブ形熱交換器の伝熱管として好適である。

【0034】また、本発明の伝熱管を、図2に示すようなクロスフィンチューブ形熱交換器に組み立てる場合、伝熱管とフィンを密着させる必要があるが、従来は伝熱管をマンドレルで機械拡管することが多かった。しかし、本発明の伝熱管は複雑な形状をしているので、機械拡管による変形のため、性能が大幅に低下することが懸念される。そこで、本発明の伝熱管を拡管するためには液圧拡管を用いることが望ましい。

【0035】次に、本発明の熱交換器を、混合冷媒を用いた空調機に適用した結果について述べる。図12は非共沸混合冷媒を用いたヒートポンプ式冷凍サイクルである。室内熱交換器は冷房時には蒸発器として働き、暖房時には凝縮器として働く。室外熱交換器は冷房時には凝縮器として働き、暖房時には蒸発器として働く。室内熱

交換器、室外熱交換器の両方に、従来伝熱管あるいは本発明伝熱管を用いた場合の性能の比較を図13に示す。動作係数(COP)とは冷房能力あるいは暖房能力を、全電気入力で割った値で定義される。縦軸の動作係数の比とは従来熱交換器にHFC-22を用いた時の動作係数の値を基準として、三種混合冷媒(HFC-32, HFC-125, HFC-134aを30, 10, 60wt%ずつ混ぜ合わせたもの)に入れ替えた時の動作係数の比(%)で表した。従来熱交換器をそのまま用いると、性能は低下してしまうが、本発明熱交換器を用いれば、性能は低下しないことがわかる。

#### 【0036】

【発明の効果】本発明によれば、混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器および蒸発器に使用される伝熱管において、管内面の蒸気流中あるいは液膜中に突き出したオフセットフィンによって、その先端から新たな濃度境界層を発達させることにより、拡散抵抗を低減させ、高い伝熱性能を有することを特徴とする混合冷媒用伝熱管を提供することができる。

【0037】また、本発明によれば、分割型ロールを用いて、条の表面にオフセットフィンを設け、且つオフセットフィンとオフセットフィンとの間の隙間を小さくすることができ、伝熱面積を大きくとることができる。その結果、高い熱伝達率を有する混合冷媒用伝熱管を提供することができる。

【0038】また、本発明によれば、混合冷媒を用いた冷凍サイクルでも、冷媒側熱伝達率を高く維持することができるので、高い伝熱性能を有する混合冷媒用熱交換器を提供することができる。

【0039】また、本発明熱交換器を用いることにより、動作係数（COP）の高い冷凍機、空調機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の分割型ロールを示す一実施例の正面図。

【図2】クロスフィンチューブ形熱交換器の斜視図。

【図3】従来の伝熱管の斜視図。

【図4】ロールによる条へのクロス溝加工を示す説明図。

【図5】従来のシングル溝加工用のロールの正面図。 \*

\* 【図6】従来のシングル溝伝熱管内面を示す展開図。

【図7】シングル溝加工用のロールを分割した説明図。

【図8】本発明の分割型ロールを示す第二実施例の正面図。

【図9】本発明の分割型ロールにより加工された条の展開図。

【図10】本発明の分割型ロールの第三実施例の正面図。

【図11】本発明の分割型ロールの第四実施例の正面図。

10

【図12】ヒートポンプ式冷凍サイクルの系統図。

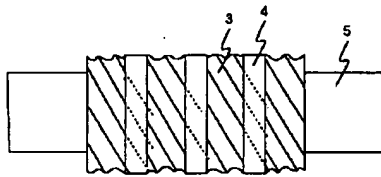
【図13】従来空調機と本発明空調機の性能比較図。

【符号の説明】

3…一次溝、4…スペーサ、5…ロールの軸受部。

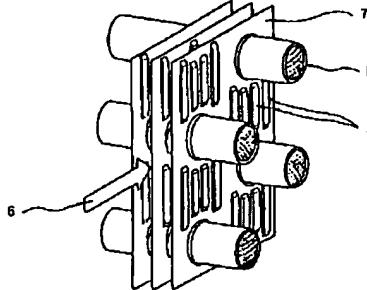
【図1】

図 1



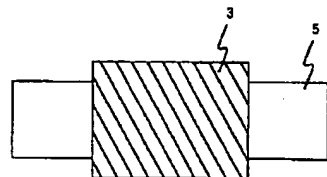
【図2】

図 2



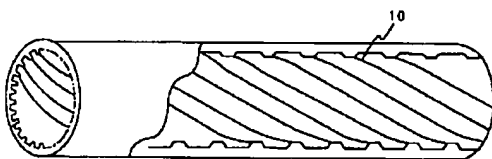
【図5】

図 5



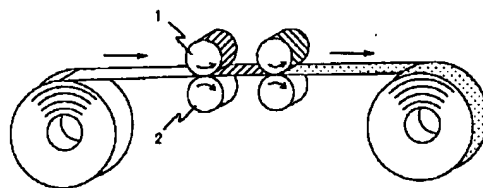
【図3】

図 3



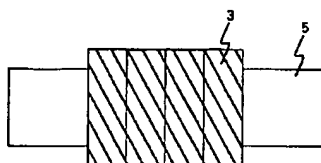
【図4】

図 4



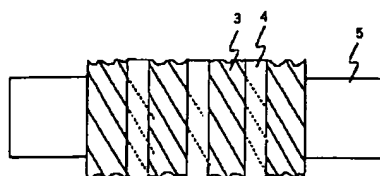
【図7】

図 7



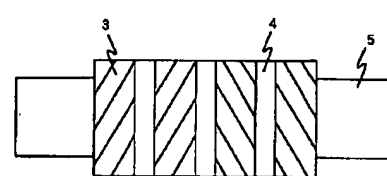
【図8】

図 8



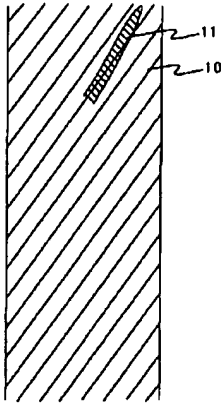
【図10】

図 10



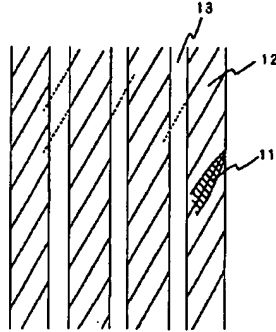
【図6】

図 6



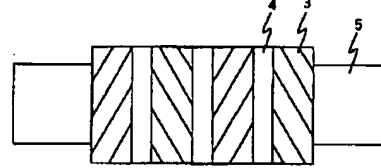
【図9】

図 9



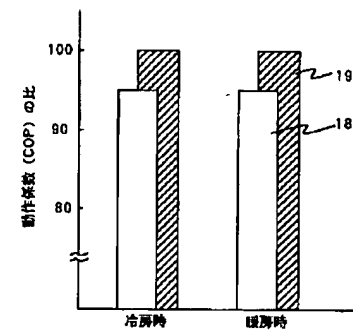
【図11】

図 11



【図13】

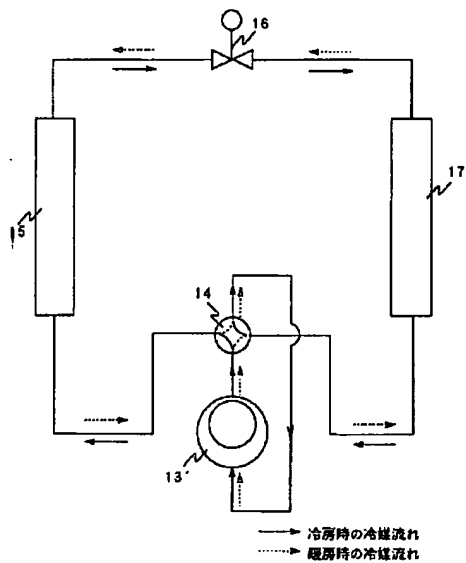
図 13



18…従来熱交換器使用時 19…本発明熱交換器使用時

【図12】

図 12



13…圧縮機 14…四方弁 15…室外熱交換器  
16…膨張弁 17…室内熱交換器

フロントページの続き

(72)発明者 鹿園 直毅  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 大谷 忠男  
茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社システムマテリアル研究所内